Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: https://ijpr.um.ac.ir
Vol. 13, No. 2, December 2022, p. 62-78
Original Research; DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2111-1016




پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۳ شمارهٔ ۲، نیمهٔ دوّم ۱۴۰۱
صفحهٔ ۷۸-۶۲، نوع مقاله: پژوهشی

اثرات کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری چغندرقند با نخود و ماش بر تراکم، زیست‌توده و تنوع زیستی علف‌های‌هرز

علیرضا کوچکی[1*]، مهدی نصیری محلاتی[2]، محمدحسن هاتفی فرجیان[3] و مینا هوشمند[4]

۱- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، akooch@ferdowsi.um.ac.ir
۲- استاد گروه اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، mnassiri@ferdowsi.um.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، mh-hatefifarajian@mail.um.ac.ir
۴- دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، hooshmand.mina2014@gmail.com

تاریخ‌ها:
دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۹، **بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۱/۲۰، **پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۴/۲۳؛ **انتشار آنلاین مقاله:** ۱۴۰۱/۱۰/۰۱

نحوه ارجاع به مقاله:
کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، هاتفی فرجیان، م.ح.، و هوشمند، م. ۱۴۰۱. اثرات کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری چغندرقند با نخود و ماش بر تراکم، زیست‌توده و تنوع زیستی علف‌های‌هرز. پژوهش‌های حبوبات ایران ۱۳(۲): ۷۸-۶۲.

چکیده

به منظور بررسی اثرات نسبت‌های کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری چغندرقند با نخود و ماش بر تراکم، زیست‌توده و تنوع زیستی علف‌های‌هرز، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل نسبت‌های ۲۵ درصد نخود (ماش)+۷۵ درصد چغندرقند، ۵۰ درصد نخود (ماش) +۵۰ درصد چغندرقند، ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند، کشت خالص نخود (ماش) و کشت خالص چغندرقند بود. نوع لگوم بسته به فصل رشد متغیر بود، به این ترتیب که در انتهای زمستان، نخود همراه با چغندرقند بود و پس از برداشت نخود، ماش در اواخر بهار در همان ردیف‌های کاشت نخود، جایگزین شد. در ارزیابی شاخص‌های تنوع علف‌های‌هرز، بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند و نسبت کشت ۲۵ درصد نخود (ماش)+۷۵ درصد چغندرقند به ترتیب به میزان ۲/۸۳ و ۴/۲۹ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد. بیشترین مقدار شاخص تنوع شانون-وینر، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند و نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندرقند به ترتیب به میزان ۰/۶ و ۰/۷۶ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد. همچنین، بیشترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند و نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندرقند به ترتیب به میزان ۰/۶۸ و ۰/۷۹۶ در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص تنوع سیمپسون؛ شاخص تنوع شانون-وینر؛ شاخص غنای گونه‌ای مارگالف؛ نسبت کشت

مقدمه

یکی از شیوه‌های ایجاد پایداری و حفظ سلامت بوم‌نظام‌های کشاورزی، استفاده از نظام‌های کشت مخلوط است (Raei *et al*., 2011). چنین به نظر می‌رسد که کشت مخلوط به عنوان یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار ضمن افزایش تنوع اکولوژیک، باعث افزایش عملکرد، کاهش فرسایش خاک، افزایش میزان ماده آلی خاک، کاهش جمعیت علف‌های‌هرز، آفات و بیماری‌های گیاهی می‌شود (Rostaei *et al*., 2014). در نظام‌های کشت مخلوط بهره‌برداری از منابع، نیازمند تیپ ایده‌آل گیاه زراعی و انتخاب تراکم مناسب کاشت است که در کمترین زمان، تمام آشیان اکولوژیک را اشغال نمایند. محققان بیان داشتند که کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیاچیتی به دلیل تعلق این گیاهان به دو تیره مختلف و جنبه همیاری و همزیستی مکملی، موجب می‌شود تا بهره‌برداری از واحد سطح، بیشتر از کشت خالص آن‌ها باشد (Nasrollahzadeh Asl *et al*., 2012). کشت مخلوط زمانی سودمند خواهد بود که منابع محیطی مورد نیاز گونه‌ها به طور مناسبی در مکان و زمان متفاوت توزیع شده باشند. یکی از روش‌های افزایش کارآیی مصرف نهاده‌ها، کشت مخلوط به صورت تأخیری است. کشت مخلوط تأخیری یا کشت توأم چند گونه در یک زمین به طوری

* **نویسنده مسئول:** akooch@ferdowsi.um.ac.ir

که بخشی از دوره رشد آن‌ها بر هم منطبق باشد، نوعی از زراعت‌های مخلوط است که با اهداف خاص در مناطقی از جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mazaheri, 1998). مزیت کشت تأخیری در زمینه کاهش رقابت بین گیاهان است، زیرا عمده تقاضای موجود برای منابع در زمان‌های مختلفی رخ می دهد (Zhang et al., 2007). در مطالعه‌ای محققان گزارش کردند که تشعشع جذب‌شده توسط کانوپی در کشت‌های مخلوط تأخیری در مقایسه با کشت خالص ۲۷ تا ۳۱ درصد افزایش یافت که این افزایش ناشی از جذب بهتر نور بود (Nassiri Mahallati *et al*., 2011). بر اساس یافته‌های تحقیقی، این گونه به نظر می‌رسد که استفاده از مخلوط‌های تأخیری راهکار مناسبی برای استفاده بهتر از منابع و افزایش عملکرد در مقایسه با کشت متوالی گونه‌های پاییزه و بهاره می باشد (Koocheki *et al*., 2017).

تداخل علف‌های‌هرز در محصولات کشاورزی به طور متوسط ۱۵-۱۰ درصد افت عملکرد را در سطح جهانی به همراه دارد (Koocheki *et al*., 2006). گزارش‌های زیادی در خصوص تأثیر کشت مخلوط بر کاهش جمعیت و افزایش تنوع علف‌های‌هرز وجود دارد (Gronle *et al*., 2015; Shahzad *et al*., 2016). گزارش شده است که در کشت مخلوط تنوع علف‌های‌هرز در مقایسه با کشت خالص، افزایش ولی زیست توده آن‌ها کاهش می‌یابد (Patience *et al*., 2013). به عنوان مثال در تمامی نسبت‌های مخلوط ذرت شیرین و ماش، وزن خشک علف‌های‌هرز کمتر از کشت خالص دو گونه بود (Gholi Nejad *et al*., 2018). قابل توجه این که با افزایش تنوع، غالبیت گونه‌های خاصی از علف‌های‌هرز سمج کاهش یافته و هزینه مهار علف‌های‌هرز کاهش می‌یابد (Koocheki *et al*., 2006; Peiris, 2016). مورد قابل استناد در بررسی تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط سیر و نخودفرنگی بر شاخص های جمعیتی علف‌های‌هرز در دو منطقه گنبد کاووس و ساری مشاهده شد. در این بررسی هرچند شاخص‌های تنوع علف‌های‌هرز دو منطقه به دلیل ویژگی‌های اقلیمی و خاکی متفاوت بودند، اما الگوهای کشت مخلوط در مقایسه با تک‌کشتی موجب افزایش تنوع و کاهش غالبیت علف‌های‌هرز در هر دو منطقه شد (Abbasian *et al*., 2017). در پژوهشی دیگر کشت مخلوط جو و ماشک باعث کاهش تراکم علف‌های‌هرز نسبت به کشت خالص دو گیاه گردید (Asadi & Khorramdel, 2014). در سری‌های جایگزینی و افزایشی کشت مخلوط زنیان و لوبیا، بیشترین تراکم و وزن خشک علف های‌هرز در کشت خالص لوبیا مشاهده شد و تیمارهای مختلف کشت مخلوط سبب کاهش این صفات در مراحل مختلف نمونه‌برداری شدند (Khorramdel *et al*., 2014). نتایج پژوهشی (Abadian *et al*., 2014) نشان داد که لوبیا چشم-بلبلی در کشت مخلوط افزایشی با ریحان، موجب کاهش جمعیت و زیست‌توده علف‌های‌هرز نسبت به ریحان خالص شد. در کشت مخلوط سه‌گانه ذرت، لوبیاچیتی و کدوی تخمه کاغذی محققان بیان داشتند که مخلوط‌های سه‌گانه، علف-های‌هرز (پهن‌برگ و باریک‌برگ) را بهتر از مخلوط دوگانه و خالص کنترل می‌کنند (Moradi *et al*., 2015).

چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) دومین گیاه زراعی قندی مهم بعد از نیشکر در دنیا و ایران است. سالانه حدود ۳۰ درصد تولید شکر در جهان، از کشت چغندرقند حاصل می‌شود. طبق آمار سازمان خواروبار جهانی در سال ۲۰۱۷، سطح زیرکشت این محصول در کشور ۱۰۶۰۰۰ هکتار و متوسط عملکرد آن در کشور ۵۴/۸ تن در هکتار بوده است. حضور علف‌های‌هرز یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان زراعی به خصوص چغندرقند می‌باشد (Jahad-Akbar *et al*., 2004). تحقیقات مختلف نشان داده است که عملکرد ریشه و قند در چغندرقند به شدت به وسیله علف‌های‌هرز کاهش می‌یابد و چنانچه اقدامات کنترلی در این محصول انجام نشود، وجود آلودگی شدید در طی فصل رشد، منجر به ازبین رفتن کل محصول خواهد شد (NadAli, 1999). تحقیقات نشان داده است که علف‌های‌هرز یک‌ساله در شرایط عدم کنترل، ۲۶ تا ۱۰۰ درصد عملکرد ریشه چغندرقند را کاهش خواهند داد (Schweizer & Dexter, 1987). تحقیقات بسیار کمی در مورد کشت مخلوط چغندرقند انجام گرفته است، اما محققان مصری کشت مخلوط چغندرقند با لوبیا را در همه نسبت‌های کشت مثبت ارزیابی کرده‌اند (Abou Mostafa *et al*., 2012). در بیشتر مواقع یکی از گیاهان واردشده در کشت مخلوط گیاهی از خانواده بقولات است. بقولات از جمله گیاهانی محسوب می‌شوند که به دلیل قدرت تثبیت نیتروژن از جایگاه ویژه‌ای در کشت مخلوط برخوردارند. نخود معمولی یا زراعی با نام علمی (*Cicer arietinum* L.)، یکی از سه لگوم مهم در آسیای غربی و آفریقای شمالی (منطقه وانا)، معمولاً یکی از اجزای کشت مخلوط در مناطق نیمه‌خشک است (Banik *et al*., 2006). ماش (*Vigna radiate* L. Wilczek) گیاهی یک‌ساله، بوته‌ای یا نیمه‌رونده و از خانواده لگوم است که در حال حاضر در قسمت‌های مختلف دنیا از جمله کشورهای حوزه مدیترانه به صورت مخلوط با سایر گیاهان کشت می‌شود. این گیاه در بهبود حاصلخیزی خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن (Agboola & Fayami, 1972)، در جلوگیری از فرسایش خاک به صورت یک گیاه پوششی، به عنوان یک گیاه

کنتـرل‌کننـده علـف‌هـرز (Majnoon Hosseini & Colar, 1988)، همچنین اغلب اوقات به صورت علوفه سـبز، خشـک و سیلوشده نیز کاربرد دارد (Abedi & Majde Nasiri, 1984). در کشت مخلوط تأخیری، گیاهان مختلف بـه طـور متـوالی در یک سال زراعی در یک قطعه زمین کشت می شـوند، ولـی هـر گیـاه را قبـل از برداشـت محصـول گیـاه قبـل مـی‌کارنـد (Mazaheri, 1998). با توجـه بـه اهمیـت کـاهش اسـتفاده از سموم علف‌کش در راستای رسیدن بـه کشـاورزی پایـدار، ایـن مطالعه با هدف بررسی اثـر کشـت مخلـوط سـه‌گانـه تـأخیری چغندرقند با نخود و مـاش بـر جمعیـت، تـراکم و تنـوع علـف-های‌هرز در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمـایش در سـال زراعـی ۹۵-۱۳۹۴ در قالـب طـرح بلوک‌های کامـل تصـادفی بـا سـه تکـرار در مزرعـه تحقیقـاتی دانشـکده کشـاورزی دانشـگاه فردوسـی مشـهد واقـع در ۱۰ کیلومتری شرق مشـهد، بـا عـرض جغرافیـایی ۳۶ درجـه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ارتفاع ۹۹۹/۲ متر از سطح دریا اجرا شـد. در ایـن مطالعـه اثـر کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری چغندرقند با بقـولات بـر تـراکم، زیست‌توده و تنوع علف‌های‌هرز مورد بررسی قـرار گرفـت. نـوع لگوم بسته به فصل رشد متغیر بود، به این ترتیب که در انتهای زمستان نخود همراه با چغندرقند بود و پس از برداشـت نخـود، ماش بـه عنـوان گیـاهی گرمادوسـت در اواخـر بهـار در همـان ردیف‌های کاشت نخود، جایگزین شد. تیمارهای آزمایش شـامل نسبت‌های ۲۵ درصد نخود (ماش)+۷۵ درصـد چغندرقنـد، ۵۰ درصد نخود (مـاش)+۵۰ درصـد چغندرقنـد، ۷۵ درصـد نخـود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقنـد، کشـت خـالص نخـود (مـاش) و کشت خالص چغندرقند بود. ابتدا کرت‌هایی به ابعاد سـه و نـیم در سه متر ایجاد و در داخل هر کرت شش ردیف بـرای کاشـت در نظر گرفته شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر یک و فاصـله بلـوک ها از یکدیگر نیز یک متـر بـود. کاشـت نخـود و چغندرقنـد بـه صورت همزمان در تاریخ ۱۳۹۴/۱۲/۲۰ و کاشت گیاه مـاش در تاریخ ۱۳۹۵/۰۳/۰۵ در ردیف‌هـایی بـه فاصـله ۵۰ سـانتی‌متـر انجام شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشـت انجـام گرفـت و آبیاری‌های بعدی هر هفت روز یک‌بار به روش نشتی انجام شـد. در مرحله چهاربرگی، نخود و ماش با تراکم مطلوب ۲۰ بوتـه در متر مربع و چغندرقند با تراکم مطلوب ۱۳/۳۳ بوته در متر مربع تنک شدند. نمونه‌برداری از جمعیت علف‌های‌هرز با کوادراتی به ابعاد ۱×۱ متر مربـع در دو مرحلـه قبـل و بعـد از بسـته‌شـدن کانوپی (فروردین‌ماه و خردادماه) انجام گرفت و علف‌های‌هرز هر کوادرات به تفکیک نوع گونه شمارش و جمع‌آوری شـدند. لازم به ذکر است که به دلیل بسته‌شدن کامل تاج‌پوشش چغندرقند و همچنین پوشش کاملی که نخود بر روی زمـین ایجـاد کـرده بود و نیز سرعت استقرار و حضور گیاه ماش به عنوان یک گیـاه پوششی، زمانی که ماش درون مزرعه حضور داشت، علف‌هـرزی وجود نداشت. نمونه‌های جمـع‌آوری‌شـده در دمـای ۷۵ درجـه سانتی‌گراد در آون به مدت ۴۸ ساعت قـرار داده شـدند. سـپس وزن خشک آن‌ها انـدازه‌گیـری شـد. بـرای تعیـین تنـوع علـف های‌هرز از شاخص غنای گونه‌ای مارگالف (معادلـه ۱)، شـاخص تنوع شانون-وینر (معادله ۲) و شاخص تنوع سیمپسون (معادله ۳) اسـتفاده شـد (Gliessman, 1997; Ejtehadi *et al.*, 2009):

معادله (۱) $M=\frac{S-1}{logN}$

معادله (۲) $H'=-\Sigma(\frac{n_i}{N}\times\ln\frac{n_i}{N})$

معادله (۳) $1-D=1-\frac{\Sigma n_i(n_i-1)}{N(N-1)}$

در این معادله‌ها، M شاخص غنـای گونـه‌ای مارگـالف، S تعداد گونه‌های موجود، N تعداد کـل افـراد، H' شـاخص تنـوع شانون- وینر، n_i تعـداد گونـه افـراد i ام و 1-D شـاخص تنـوع سیمپسون می‌باشد.

به منظور تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افـزار Minitab-17 و جهـت مقایسـه میـانگین داده‌هـا از آزمـون تـوکی در سـطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای رسم شکل‌هـا نیـز از نـرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

جمعیت علف‌های‌هرز

در مجموع دو مرحله نمونـه‌بـرداری، ۲۲ گونـه علـف‌هـرز مشاهده شد که ۱۵ گونه یک‌ساله و هفت گونه چندساله بودنـد. گونه‌های‌هرز مشاهده شده متعلق به ۱۳ خانواده مختلف بودنـد. بیشترین تعداد گونه (۱۷ گونـه) در مرحلـه دوم نمونـه‌بـرداری مشاهده شد (جدول ۱). در مرحله دوم نمونه‌برداری در مقایسـه با مرحله اول، تعداد گونه‌های چندساله بیشـتری مشـاهده شـد. در میان گونه‌های مشاهده‌شده، ۱۴ گونه شاه‌تره، علف هفت‌بند، سلمه‌تره، توق، شبدر ترشـک، خاکشـیر ایرانـی، خاکشـیر تلـخ، تاج‌ریزی سیاه، خارلتـه، پیچـک صـحرایی، درشـتوک، پنیـرک، گاوچاق‌کن و تاتوره دارای مسیر فتوسـنتزی سـه‌کربنـه و پهـن برگ، گونه دم‌روباهی کشیده دارای مسیر فتوسنتزی سه‌کربنه و باریک‌برگ، سه گونه علف شور، تاج‌خروس ایستاده و تاج‌خروس خوابیده دارای مسیر فتوسنتزی چهارکربنـه و پهـن‌بـرگ، سـه گونه سوروف، قیاق و اویارسلام ارغوانی دارای مسیر فتوسـنتزی

چهارکربنه و باریک‌برگ و خرفه دارای مسیر فتوسنتزی CAM و پهن‌برگ بودند. ده گونه شاه‌تره، علف هفت‌بند، سلمه‌تره، توق، شبدر ترشک، تاج‌ریزی سیاه، تاج‌خروس ایستاده، خارلته، پیچک صحرایی و درشتوک در هر دو مرحله نمونه‌برداری حضور داشتند. پنج گونه خاکشیر ایرانی، خاکشیر تلخ، علف شور، سوروف و پنیرک فقط در مرحله اول نمونه‌برداری حضور داشتند. هفت گونه تاج‌خروس خوابیده، اویارسلام ارغوانی، قیاق، دم‌روباهی کشیده، گاوچاق‌کن، خرفه و تاتوره فقط در مرحله دوم نمونه‌برداری مشاهده شدند (جدول ۱).

جدول ۱- علف‌های‌هرز مشاهده‌شده و خصوصیات آن‌ها در آزمایش طی مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 1. Weeds observed and their characteristics in the experiment during different sampling dates

نام فارسی گونه **Persian name of the species**	نام علمی گونه **Scientific name of the species**	خانواده **Family**	شکل رویشی **Life form**	مسیر فتوسنتزی **Photosynthetic direction**	چرخه رویشی **Life cycle**
مرحله اول نمونه‌برداری (قبل از بسته‌شدن تاج‌پوشش) The first sampling date (Before closing the canopy)					
شاه‌تره Common fumitory	*Fumaria officinalis* L.	Fumariaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
علف هفت‌بند Common knotgrass	*Polygonum aviculare* L.	Polygonaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
سلمه‌تره Lamb's quarters	*Chenopodium album L.*	Chenopodiaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
توق Common cocklebur	*Xanthium strumarium* L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
شبدر ترشک Sorrel	*Oxalis corniculata* L.	Oxalidaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
خاکشیر ایرانی Flixweed	*Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl	Brassicaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
خاکشیر تلخ Wallflowers	*Sisymbrium irio* L.	Brassicaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
علف‌شور Russian Thistle	*Salsola kali* L.	Amaranthaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
سوروف Cockspur grass	*Echinocloa crus-galli* L.	Poaceae	باریک‌برگ Grasses	C4	یک‌ساله Annual
تاج‌ریزی سیاه Black nightshade	*Solanum nigrum* L.	Solanaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
تاج‌خروس ایستاده Red-root amaranth	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
خارلته Creeping Thistle	*Cirsium arvense* (L.) Scop.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
پیچک صحرایی Field bindweed	*Convolvulus arvensis* L.	Convulvulaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
درشتوک African mustard	*Malcolmia africana* (L.) R.Br.	Brassicaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
پنیرک Common mallow	*Malva sylvestris* L.	Malvaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
مرحله دوم نمونه‌برداری (بعد از بسته‌شدن تاج‌پوشش) The second sampling date (After closing the canopy)					
شاهتره Common fumitory	*Fumaria officinalis* L.	Fumariaceae	پهن‌برگ Broad Leaves	C3	یک‌ساله Annual
علف هفت‌بند Common knotgrass	*Polygonum aviculare* L.	Polygonaceae	پهن‌برگ Broad Leaves	C3	یک‌ساله Annual
سلمه‌تره Lamb's quarters	*Chenopodium album L.*	Chenopodiaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
توق Common cocklebur	*Xanthium strumarium* L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
شبدر ترشک Sorrel	*Oxalis corniculata* L.	Oxalidaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial

تاج‌ریزی سیاه Black nightshade	*Solanum nigrum* L.	Solanaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
تاج‌خروس ایستاده Red-root amaranth	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
خارلته Creeping Thistle	*Cirsium arvense* (L.) Scop.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
پیچک صحرایی Field bindweed	*Convolvulus arvensis* L.	Convulvulaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
درشتوک African mustard	*Malcolmia africana* (L.) R.Br.	Brassicaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual
تاج‌خروس خوابیده Prostrate pigweed	*Amaranthus blitoides* S.Watson	Amaranthaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C4	یک‌ساله Annual
اویارسلام ارغوانی Nut grass	*Cyperus rotundus* L.	Cyperaceae	باریک‌برگ Grasses	C4	چندساله Perennial
قیاق Johnson grass	*Sorghum halepense* (L.) Pers.	Poaceae	باریک‌برگ Grasses	C4	یک‌ساله Annual
دم‌روباهی کشیده Slender foxtail	*Alopecurus myosuroides* Huds.	Poaceae	باریک‌برگ Grasses	C3	یک‌ساله Annual
گاوچاق‌کن Perennial sow thistle	*Sonchus arvensis* L.	Asteraceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	چندساله Perennial
خرفه Common purslane	*Portulaca oleracea* L.	Portulacaceae	پهن‌برگ Broad leaves	CAM	یک‌ساله Annual
تاتوره Jimson weed	*Datura stramonium* L.	Solanaceae	پهن‌برگ Broad leaves	C3	یک‌ساله Annual

نتایج پژوهشی بر روی ارزیابی تنوع علف‌های‌هرز در کشت مخلوط ارزن دم‌روباهی و لوبیا نشان داد که در تیمارهای مختلف در مجموع ۱۲ گونه علف‌هرز مشاهده شد که عمده ترین آن‌ها سوروف، تاج‌ریزی سیاه، تاج‌خروس و سلمه‌تره بودند و عمده علف‌های‌هرز مشاهده‌شده پهن‌برگ و یک‌ساله بودند (Koocheki *et al*., 2013).

اثر نسبت‌های کشت بر تراکم نسبی علف‌های‌هرز

تراکم نسبی گونه‌های علف‌هرز مشاهده‌شده در نسبت‌های کشت در دو مرحله نمونه‌برداری در جدول ۲ نشان‌داده شده است.

بیشترین دامنه تراکم نسبی علف‌های‌هرز در مرحله اول نمونه‌برداری، برای سلمه‌تره (۲۹/۸۱ تا ۶۸/۱ درصد) و در مرحله دوم نمونه‌برداری برای تاج‌خروس خوابیده (۲۲/۴۴ تا ۴۳/۹۶ درصد) به دست آمد. کمترین دامنه تراکم نسبی در مرحله اول برای توق (۰/۰ تا ۱۴/۳ درصد) و در مرحله دوم برای گاوچاق‌کن (۰/۴۴ تا ۰/۵۵ درصد) مشاهده شد (جدول۲). در مقایسه بین نسبت‌های کشت خالص چغندرقند و نخود مشاهده شد که تعداد گونه‌های علف‌هرز در این نسبت‌ها در مرحله اول نمونه‌برداری به ترتیب ۱۲ و ۷ گونه است، در حالی که تعداد گونه‌ها در نمونه‌برداری مرحله دوم به ترتیب به ۸ و ۱۱ رسید. در کشت خالص چغندرقند، به دلیل این که با گذشت زمان، بیشتر تاج‌پوشش گیاه در مقایسه با کشت خالص نخود، بسته شده و به تبع آن، سایه‌اندازی بر روی زمین در داخل کرت بیشتر شد، تعداد گونه‌های علف‌هرز کاهش یافت. در مرحله اول سلمه‌تره با ۶۸/۱ درصد بیشترین و توق، شبدر ترشک و علف شور هر کدام با ۰/۱۴ درصد کمترین گونه و در مرحله دوم تاج‌خروس خوابیده با ۴۳/۹۶ درصد بیشترین و تاتوره با ۰/۱۷ درصد کمترین گونه مشاهده‌شده در مزرعه بودند. در بررسی کشت مخلوط ردیفی لوبیا و گاوزبان اروپایی مشاهده شد که در مراحل اول، دوم و سوم نمونه‌برداری سلمه تره بیشترین فراوانی نسبی را در مقایسه با سایر گونه‌ها داشت و در مرحله چهارم، خرفه فراوان‌ترین گونه در مقایسه با سایر گونه‌های علف‌هرز بود (Koocheki *et al*., 2012).

در پژوهشی بر روی کشت مخلوط جو با ماشک گل خوشه‌ای مشاهده شد که کمترین و بیشترین تعداد گونه علف‌هرز در مراحل اول و دوم به ترتیب متعلق به تیمار ۷۵ درصد ماشک+۲۵ درصد جو (به ترتیب با شش و سه گونه) و کشت خالص جو (به ترتیب با نه و هفت گونه) بود (Asadi & Khorramdel, 2014).

اثر نسبت‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز

نتایج تجزیه واریانس اثر نسبت‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- تراکم نسبی (درصد) گونه‌های علف‌هرز در نسبت‌های کشت در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 2. Weeds relative density (%) in cultivation ratios in different sampling dates

	نسبت‌های کشت **Intercropping ratios**				
چغندرقند Sugar Beet	25%	50%	75%	100%	0
نخود Chickpea	75%	50%	25%	0	100%
نام علمی **Scientific name**	**مرحله اول نمونه‌برداری (قبل از بسته‌شدن تاج‌پوشش)** **The first sampling date (Before closing the canopy)**				
Fumaria officinalis L.	34.11	36.52	10.71	35.25	8.42
Polygonum aviculare L.	14.88	14.31	14.58	1.36	11.64
Chenopodium album L.	29.81	34.52	50.9	35.23	68.1
Xanthium strumarium L.	0.14	0.3	0	0	0
Oxalis corniculata L.	0.14	0	0	0.31	0
Descurainia sophia (L.) Webb ex Prantl	0.43	0	0.47	0.15	0
Sisymbrium irio L.	0.28	1.52	0.71	3.67	0.95
Salsola kali L.	0.14	0	0	0.77	0
Echinocloa crus-galli L.	0.57	0	0	0	0
Solanum nigrum L.	3.27	6.11	4.66	8.22	3.18
Amaranthus retroflexus L.	12.83	6.11	14.97	13.98	7.14
Cirsium arvense (L.) Scop.	0	0	0	0.15	0
Convolvulus arvensis L.	0	0.61	0	0.15	0.57
Malcolmia africana (L.) R.Br.	2.44	0	3	0.76	0
Malva sylvestris L.	0.96	0	0	0	0
مرحله دوم نمونه‌برداری (بعد از بسته‌شدن تاج‌پوشش) **The second sampling date (After closing the canopy)**					
Fumaria officinalis L.	0.53	1.31	0.44	0	5.93
Polygonum aviculare L.	10.66	3.16	6.05	7.74	5.29
Chenopodium album L.	19.23	20.51	34.87	17.36	24.04
Xanthium strumarium L.	0.35	0	0	0	0
Oxalis corniculata L.	0	0	0.46	0	0
Solanum nigrum L.	13.07	10.69	11.39	10.39	16.35
Amaranthus retroflexus L.	5.79	5.64	4.01	8.41	4.89
Cirsium arvense (L.) Scop.	0	0	0.44	0	0
Convolvulus arvensis L.	1.06	2.29	0.39	1.64	1.95
Malcolmia africana (L.) R.Br.	0	0.65	0.93	0	0
Amaranthus blitoides S.Watson	36.47	43.96	30.42	40.22	22.44
Cyperus rotundus L.	0	0.49	0	0	1.36
Sorghum halepense (L.) Pers.	12.84	10.15	9.24	13.69	16.35
Alopecurus myosuroides Huds.	0	0	0	0	0.34
Sonchus arvensis L.	0	0	0.44	0.55	0
Portulaca oleracea L.	0	0.98	0.46	0	1.06
Datura stramonium L.	0	0.17	0.46	0	0

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت بر تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

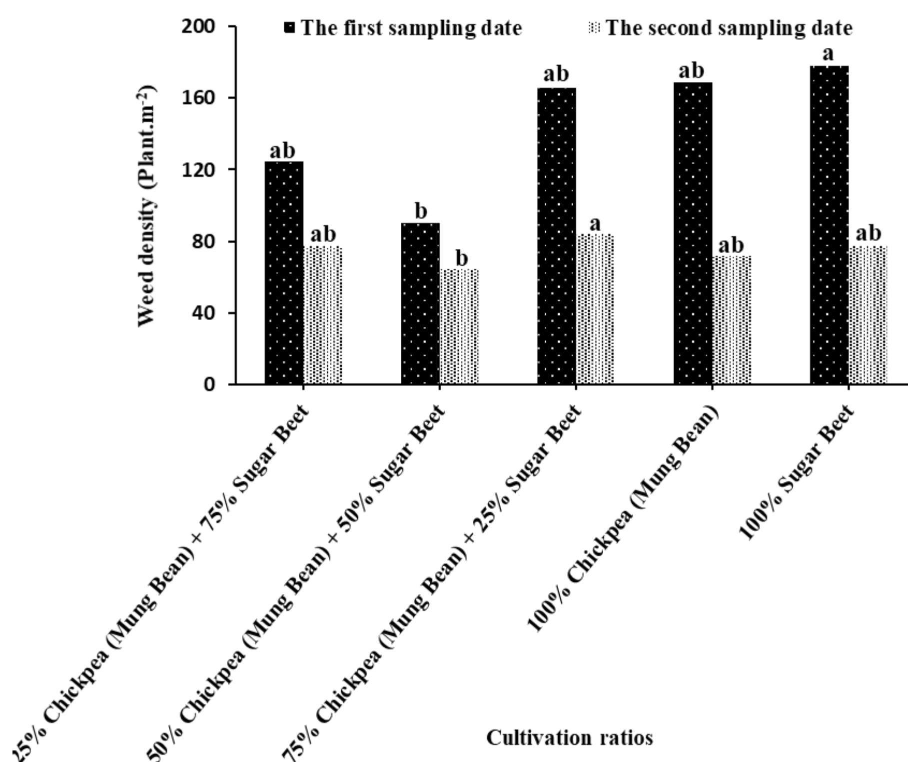
Table 3. Analysis of variance (mean squares) of effect of cultivation ratios on weeds density and dry weight in different sampling dates

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date		مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date	
		تراکم علف‌های‌هرز Weed density	زیست‌توده علف‌های‌هرز Weed dry weight	تراکم علف‌های‌هرز Weed density	زیست‌توده علف‌های‌هرز Weed dry weight
تکرار Replication	2	348.55**	24.08ns	10766.2**	1329.98**
تیمار Treatment	4	157.46*	157.97**	4142.2*	513.53*
خطا Error	8	26.6	15.9	895.8	75.1
ضریب تغییرات (٪) (%) CV		6.87	12.01	20.58	23.76

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns, ** and *: Non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively

اثر نسبت‌های کشت بر تراکم علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq0.01$) بود (جدول ۳). بیشترین تراکم علف‌های‌هرز در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به ترتیب، در کشت خالص چغندرقند با ۱۷۸ بوته در متر مربع و نسبت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند با ۸۴ بوته در متر مربع مشاهده شد. همچنین، کمترین تراکم علف‌های‌هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری، در نسبت ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندرقند به ترتیب با ۹۰/۱۶ و ۶۴/۷ بوته در متر مربع مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- اثر نسبت‌های کشت بر تراکم علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 1. Effect of cultivation ratios on weeds density in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

به نظر می‌رسد که در مرحله اول نمونه‌برداری، کشت مخلوط، آشیان‌های اکولوژیکی کمتری را در اختیار علف‌های‌هرز قرار داده که این امر منجر به کاهش تعداد گونه علف‌های‌هرز در واحد سطح در مقایسه با کشت‌های خالص شده است. نتایج پژوهش‌های بسیاری از محققان نیز کاهش تعداد گونه علف‌های‌هرز را در شرایط کشت مخلوط نسبت به خالص تأیید کرده است (Fernandez-Aparicio *et al*., 2008). در پژوهشی بر روی کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا، کمترین و بیشترین تراکم علف‌های‌هرز در مرحله اول، دوم، سوم و چهارم نمونه‌برداری به ترتیب در الگوی دو ردیف لوبیا+دو ردیف گاوزبان اروپایی مشاهده شد (Koocheki *et al*., 2012). همان‌گونه که بیان شد، کشت مخلوط با افزایش تنوع باعث کاهش تراکم نسبی و تعداد گونه علف‌هرز شد و به تبع آن تراکم آن‌ها در واحد سطح کاهش یافت. گزارش شده است که کشت مخلوط شنبلیله با سایر گیاهان باعث کاهش تعداد و تراکم علف‌های‌هرز در مقایسه با کشت خالص شد (Fernandez-Aparicio *et al*., 2008). در پژوهشی، در نمونه‌برداری اول، بیشترین تراکم علف‌های‌هرز در واحد سطح در کشت خالص گوجه‌فرنگی به تعداد ۷۸/۹۶ بوته در متر مربع مشاهده شد. کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ دارای کمترین تراکم علف‌هرز به تعداد ۳۷/۶۲ بوته در متر مربع بود (Koocheki *et al*., 2013). در آزمایشی بر روی کشت مخلوط جایگزینی سویا و ارزن معمولی مشخص شد که الگوهای کشت مخلوط در کاهش تراکم و تنوع علف‌های‌هرز موفق‌تر از کشت خالص سویا بودند (Ahmadvand & Hajinia, 2016).

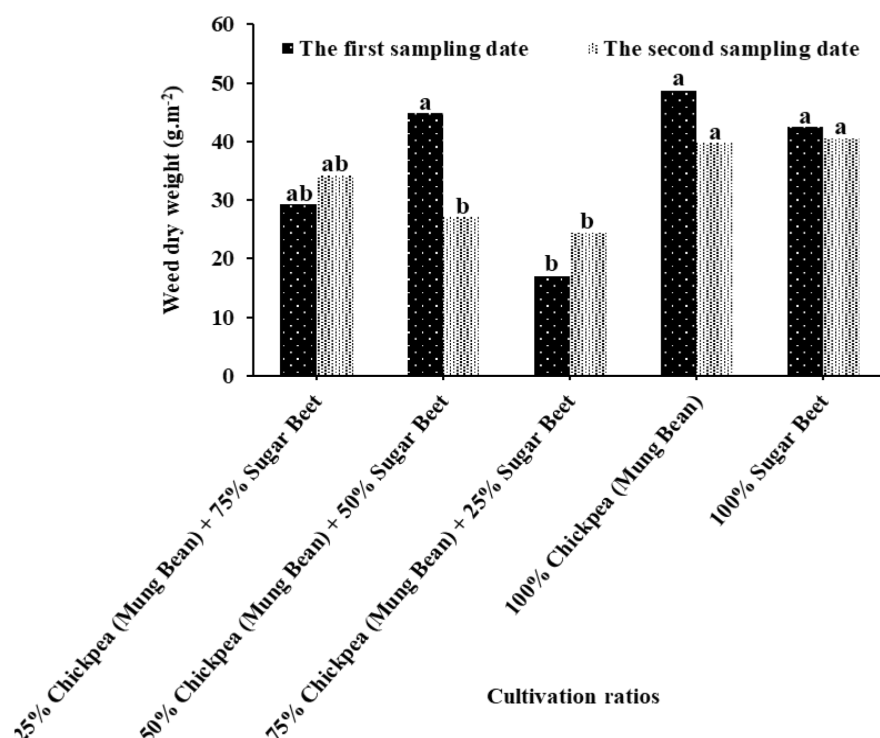
در مرحله دوم نمونه‌برداری، نسبت ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندرقند در مقایسه با نسبت‌های کشت مخلوط دیگر، تراکم علف‌های‌هرز موجود را بهتر کنترل کرد که اختلاف معنی‌داری با کشت‌های خالص نخود (ماش) و چغندرقند نداشت. در پژوهشی بر روی کشت مخلوط گوجه فرنگی با گل جعفری نشان داده شد که در نمونه‌برداری دوم، کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۳ در مقایسه با الگوهای کشت مخلوط دیگر، تعداد علف‌های‌هرز موجود را بهتر کنترل کرد و تراکم علف‌های‌هرز به تعداد ۳۰/۱۵ بوته در متر مربع را نشان داد که اختلاف معنی‌داری با کشت خالص گوجه‌فرنگی نداشت (Koocheki *et al*., 2013). نتایج برخی تحقیقات (Berntsena *et al*., 2004; Awal *et al*., 2006) نشان داده است که در کشت مخلوط حبوبات با سایر گیاهان، کنترل علف‌های‌هرز (Carruthers *et al*., 1992) بهتر صورت می‌گیرد و از تلفات ناشی از آفات و بیماری‌ها (Parajulee *et al*., 1997) نیز کاسته می‌شود.

براساس نتایج حاصل، اثر نسبت‌های کشت بر زیست‌توده علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری نیز معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۳). بیشترین زیست‌توده علف‌های‌هرز در مرحله اول و دوم نمونه‌برداری به ترتیب، در کشت خالص نخود (ماش) با ۴۸/۷۲ گرم در متر مربع و کشت خالص چغندرقند با ۴۰/۴۹ گرم در متر مربع مشاهده شد. همچنین، کمترین زیست توده علف‌های‌هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری، در نسبت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند به ترتیب با ۱۷/۰۵ و ۲۴/۴۸ گرم در متر مربع مشاهده شد (شکل ۲).

در مرحله اول نمونه‌برداری، با توجه به کاهش تراکم گونه‌های علف‌هرز در شرایط کشت مخلوط در مقایسه با کشت های خالص، کاهش زیست‌توده علف‌های‌هرز نیز منطقی به نظر می‌رسد. به طور کلی، در نسبت‌های کشت مخلوط، به دلیل وجود گونه همراه، فضاهای خالی کمتر شده و در نتیجه به علف‌های‌هرز اجازه رشد داده نمی‌شود و در نهایت حضور آن‌ها کم‌رنگ خواهد شد. در آزمایشی مشخص شد که افزایش تعداد گونه باعث کنترل علف‌های‌هرز و به تبع آن کاهش زیست‌توده می‌شود (Poggio, 2005). در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی و لوبیا، بیشترین زیست‌توده علف-های‌هرز در مرحله اول، دوم، سوم و چهارم نمونه‌برداری در کشت خالص لوبیا و کمترین میزان آن در الگوی دو ردیفی به دست آمد (Koocheki *et al*., 2012).

نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند بیشترین ممانعت را در رشد علف‌های‌هرز ایجاد کرد، به طوری که در مراحل اول و دوم نمونه‌برداری، از زیست‌توده علف‌های‌هرز کمتری در مقایسه با سایر نسبت‌های کشت مخلوط و خالص برخوردار بود. بررسی مدیریت علف‌های‌هرز تحت الگوهای مختلف کشت مخلوط سویا و آفتابگردان نشان داد که پایین‌ترین زیست‌توده گندمیان‌هرز در الگوهای مخلوط با نسبت ۱:۱ و ۱:۲ سویا و آفتابگردان حاصل شد (Saudi & El-Metwally, 2009). به طور کلی، در هر دو مرحله نمونه برداری، کشت‌های خالص بالاترین میزان زیست‌توده علف های‌هرز را دارا بودند که این امر نشان‌دهنده آن است که نسبت‌های کشت مخلوط توانسته‌اند به میزان قابل‌توجهی با پوشش کامل زمین، کاهش رقابت بین گیاه زراعی و علف‌هرز به نفع گیاه زراعی و استفاده مناسب‌تر از منابع توسط گیاهان زراعی از میزان زیست‌توده علف‌های‌هرز بکاهند. در مطالعه‌ای بر روی کشت مخلوط جایگزینی و افزایشی زنیان و لوبیا

مشخص شد که بیشترین زیست‌توده علف‌های‌هرز در کشت خالص لوبیا مشاهده شد و الگوهای مختلف کشت مخلوط سبب کاهش این صفات در هر سه مرحله نمونه‌برداری شدند (Khorramdel *et al*., 2014).



شکل ۲- اثر نسبت‌های کشت بر زیست‌توده علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 2. Effect of cultivation ratios on weeds dry weight in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

اثر نسبت‌های کشت بر تنوع علف‌های‌هرز

شاخص غنای گونه‌ای مارگالف

اثر نسبت‌های کشت بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری معنی‌دار ($p\leq۰/۰۵$) بود (جدول ۴).

در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند و کشت خالص نخود (ماش) به ترتیب با ۲/۸۳ و ۱/۷۹ مشاهده شد (شکل ۳).

در بین کشت‌های خالص، کشت خالص چغندرقند، در مقایسه با کشت خالص نخود، از شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بالاتری برخوردار بود. به طور کلی هر چه تنوع گونه‌ای افزایش یابد، غنای گونه‌ای نیز افزایش خواهد یافت. در بین نسبت‌های کشت مخلوط، نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند به دلیل تعداد گونه علف‌هرز بالاتر، از شاخص غنای گونه‌ای مارگالف بالاتری در مقایسه با سایر نسبت‌های کشت مخلوط برخوردار بود، ولی اختلاف معنی‌داری با دیگر نسبت های کشت مخلوط نداشت. در آزمایش کشت مخلوط سیر و اسفناج، کمترین میزان شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در الگوی کشت ۳:۳ در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد (Asadi *et al*., 2014) که با نتایج ما در تضاد بود.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف، در نسبت کشت ۲۵ درصد نخود (ماش)+۷۵ درصد چغندرقند و کشت خالص چغندرقند به ترتیب با ۴/۲۹ و ۲/۵۳ مشاهده شد (شکل ۳). در پژوهشی مشخص شد که بیشترین مقدار شاخص غنای گونه‌ای مارگالف در الگوی کشت مخلوط ۴:۴ سیر و اسفناج به مقدار ۱/۱۰ بوده است (Asadi *et al*., 2014).

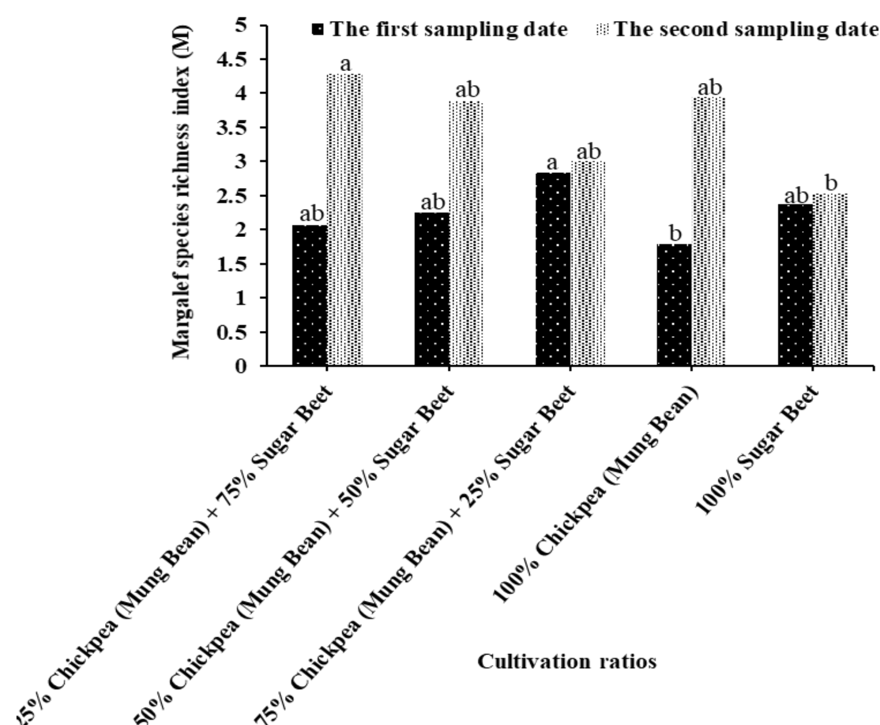
جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 4. Analysis of variance (mean squares) of effect of cultivation ratios on weeds Margalef species richness index in different sampling dates

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date	مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date
تکرار Replication	2	4.17**	1.16ns
تیمار Treatment	4	0.44*	1.61*
خطا Error	8	0.08	0.36
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		0.13	0.17

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns, ** and *: Non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively



شکل ۳- اثر نسبت‌های کشت بر شاخص غنای گونه‌ای مارگالف علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 3. Effect of cultivation ratios on weeds Margalef species richness index in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

شاخص تنوع شانون- وینر و سیمپسون

اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع شانون- وینر و شاخص تنوع سیمپسون علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه برداری معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) بود (جدول ۵).

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع شانون- وینر و شاخص تنوع سیمپسون علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

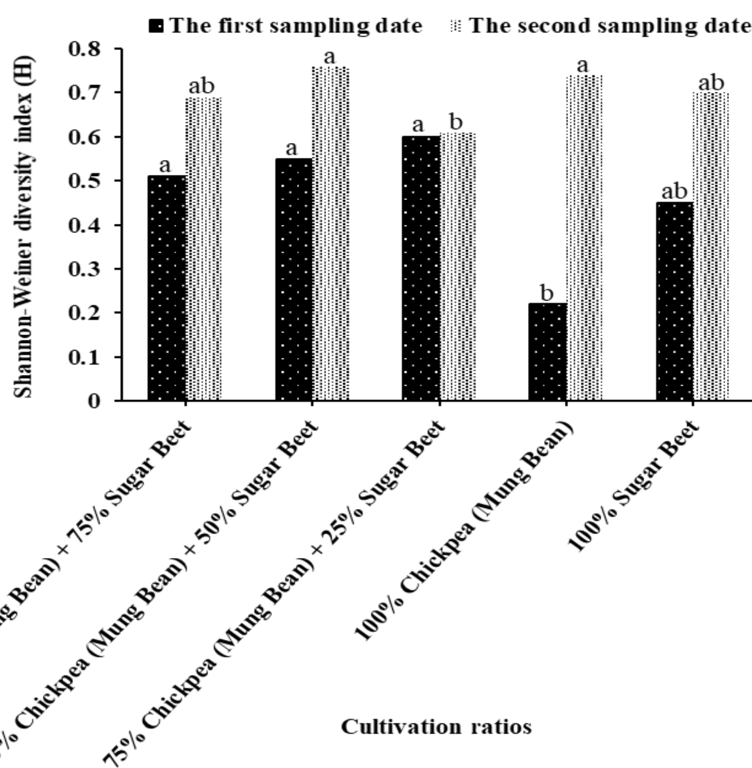
Table 5. Analysis of variance (mean squares) of effect of cultivation ratios on weeds Shannon-Weiner diversity index and Simpson's diversity index in different sampling dates

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مرحله اول نمونه‌برداری The first sampling date		مرحله دوم نمونه‌برداری The second sampling date	
		شاخص تنوع شانون- وینر Shannon-Weiner diversity index	شاخص تنوع سیمپسون Simpson's diversity index	شاخص تنوع شانون- وینر Shannon-Weiner diversity index	شاخص تنوع سیمپسون Simpson's diversity index
تکرار Replication	2	0.08**	0.05*	0.004ns	0.01*
تیمار Treatment	4	0.06**	0.05*	0.01*	0.007*
خطا Error	8	0.007	0.01	0.001	0.001
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		0.18	0.18	0.04	0.05

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد

ns, ** and *: Non-significant, significant at 1% probability level and significant at 5% probability level, respectively

در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند و کشت خالص نخود (ماش) به ترتیب با ۰/۶ و ۰/۲۲ مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع شانون- وینر علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig 4. Effect of cultivation ratios on weeds Shannon-Weiner diversity index in different sampling dates

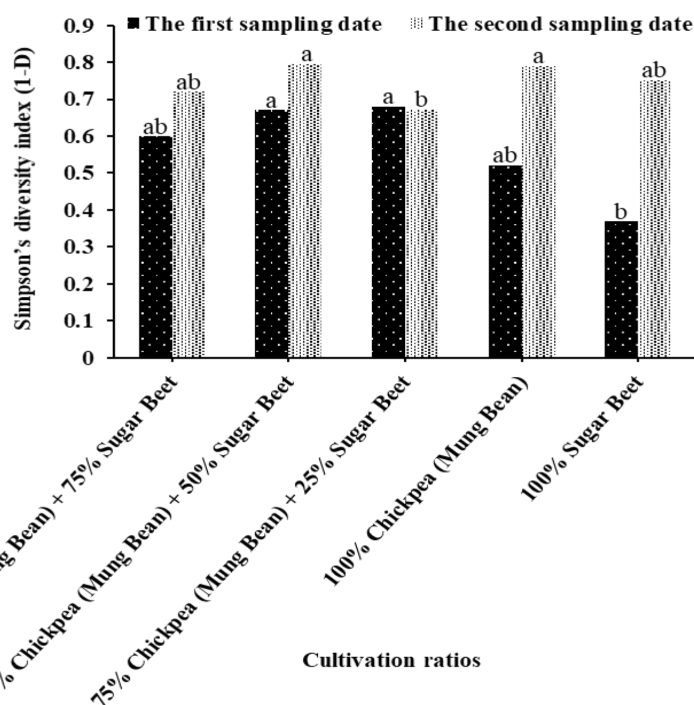
میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

در بین نسبت‌های کشت مخلوط، نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند به دلیل تعداد گونه علف‌هرز بالاتر و نیز یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز از بالاترین میزان تنوع شانون- وینر نیز برخوردار بود. در نسبت های کشت مخلوط، به طور کلی، با افزایش تعداد ردیف چغندرقند، به دلیل این که چغندرقند توانسته است تاج‌پوشش خود را سریع‌تر گسترش دهد و فضای بیشتری از زمین را اشغال کند، از میزان یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز کاسته شده و در نتیجه تنوع شانون- وینر نیز کاهش یافته است. در کشت‌های خالص، به دلیل یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز در کشت خالص چغندرقند در مقایسه با کشت خالص نخود، میزان تنوع شانون- وینر نیز در کشت خالص چغندرقند بالاتر است.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر، در نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندرقند و نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند به ترتیب با ۰/۷۶ و ۰/۶۱ مشاهده شد (شکل ۴). محققان در ارزیابی تنوع علف‌های‌هرز در الگوهای کشت مخلوط ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) عنوان کردند که در هر دو مرحله نمونه‌برداری قبل و بعد از بسته‌شدن پوشش گیاهی، شاخص تنوع شانون- وینر به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت (Koocheki *et al.*, 2013). نامبردگان اظهار داشتند که کمترین مقدار شاخص تنوع شانون- وینر در الگوی کشت مخلوط لوبیا و ارزن مشاهده شد. در پژوهشی کمترین میزان شاخص تنوع شانون- وینر در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت ۱:۱ مشاهده شد (Koocheki *et al.*, 2013). محققان در کشت مخلوط سیر و اسفناج نشان دادند که کمترین میزان شاخص تنوع شانون- وینر در الگوی کشت ۳:۳ در شرایط اعمال ۲۰ تن در هکتار کود دامی حاصل شد (Asadi *et al.*, 2014). در کشت‌های خالص، با گذشت زمان، با افزایش سطح برگ در چغندرقند و سایه‌اندازی بر روی زمین، از میزان تنوع علف‌های‌هرز در کشت خالص چغندرقند کاسته شد و تاج‌پوشش نخود نتوانست به خوبی با علف‌های‌هرز رقابت کند.

همچنین در مرحله اول نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند و کشت خالص چغندرقند به ترتیب با ۰/۶۸ و ۰/۳۷ مشاهده شد (شکل ۵).



شکل ۵- اثر نسبت‌های کشت بر شاخص تنوع سیمپسون علف‌های‌هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig 5. Effect of cultivation ratios on weeds Simpson's diversity index in different sampling dates

میانگین‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means with the same letter(s) have not significant difference at 5% probability level according to Tukey Test.

همانند شاخص تنوع شانون- وینر، در اینجا هم نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند به دلیل تعداد گونه علف‌هرز بالاتر و نیز یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز از بالاترین میزان تنوع شانون- وینر برخوردار بود. به طور کلی، با افزایش تعداد ردیف چغندرقند، به دلیل این که چغندرقند توانسته است تاج‌پوشش خود را سریع‌تر گسترش دهد و فضای بیشتری از زمین را اشغال کند و همچنین به دلیل حضور نخود در کشت مخلوط، از میزان یکنواختی توزیع افراد بین گونه‌های علف‌هرز کاسته شده و در نتیجه شاخص تنوع شانون- وینر نیز کاهش یافته است. به طور کلی، در نسبت‌های کشت مخلوط، نخود نتوانسته به خوبی تاج‌پوشش خود را گسترش داده و از تنوع علف‌های‌هرز بکاهد.

در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین و کمترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون، در نسبت کشت ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندرقند و نسبت کشت ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند به ترتیب با ۰/۷۹۶ و ۰/۶۷ مشاهده شد (شکل ۵). در پژوهشی کمترین مقدار شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت مخلوط گوجه‌فرنگی و گل جعفری با نسبت (۱:۱) مشاهده شد (Koocheki *et al*., 2013). همچنین در پژوهشی در مرحله دوم نمونه‌برداری، بیشترین شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰٪ زنیان+۲۵٪ لوبیا و کمترین شاخص تنوع سیمپسون در الگوی کشت خالص لوبیا به دست آمد (Khorramdel *et al*., 2014). در اینجا نیز همانند شاخص تنوع شانون- وینر، در کشت خالص، با گذشت زمان، با گسترش تاج‌پوشش در چغندرقند و سایه‌اندازی بر روی زمین، از میزان تنوع علف‌های‌هرز در کشت خالص چغندرقند کاسته شد و تاج پوشش نخود نتوانست به خوبی با علف‌های‌هرز رقابت کند، در نتیجه میزان تنوع سیمپسون در کشت خالص نخود (ماش) بالاتر بود.

نتیجه‌گیری

در نسبت‌های کشت مخلوط سه‌گانه تأخیری از طریق سایه‌اندازی بیشتر و اشغال فضای بیشتر، شرایط برای رشد علف‌های‌هرز، سخت‌تر شده و نسبت‌های مخلوط باعث کاهش رشد آن‌ها شد، به‌طوری‌که در مجموع در دو مرحله نمونه برداری، بیشترین تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز در کشت خالص چغندرقند و کشت خالص نخود (ماش) مشاهده شد. به طور کلی، با افزایش تنوع گیاهان در بوم‌نظام‌های زراعی آشیان-های کمتری در اختیار علف‌های‌هرز قرار می‌گیرد که این امر باعث کاهش تعداد و تراکم گونه‌های علف‌های‌هرز می‌شود. در مجموع، بهترین آرایش کشت جهت افزایش تنوع و غنای گونه-ای علف‌های‌هرز در مرحله اول نمونه‌برداری، نسبت کشت مخلوط ۷۵ درصد نخود (ماش)+۲۵ درصد چغندرقند و در مرحله دوم نمونه‌برداری نسبت کشت مخلوط ۵۰ درصد نخود (ماش)+۵۰ درصد چغندرقند بود. با استناد به این نتیجه‌گیری، می‌توان از کشت مخلوط به عنوان ابزاری مؤثر در جهت افزایش تنوع زیستی و کاهش تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز نام برد.

سپاسگزاری

اعتبار این پژوهش از محل پژوهه طرح شماره ۴۰۴۱۴ مصوب ۱۳۹۵/۰۲/۰۷ معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد تامین شده است که بدین وسیله سپاسگزاری می‌شود.

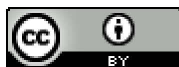
منابع

1. Abadian, H., Yarnia, M., Pirdashti, H., Abasi, R., and Farahvash, F. 2014. Evaluation of Basil (*Ocimum basilicum*) and Cowpea (*Vigna unguiculata*) intercropping at different nitrogen fertilizer levels and its effect on weed density. Iranian Journal of Weed Science 9(2): 187-199. (In Persian with English abstract).
2. Abbasian, A., Nakhzari Moghaddam, A., Pirdashti, H., and Gholamalipour, Alamdari E. 2017. Effect of different Garlic (*Allium sativum*) and Peas (*Pisum sativum*) intercropping patterns on weed population indices. Iranian Journal of Weed Science 12(2): 222-235. (In Persian with English abstract).
3. Abedi, K., and Majde Nasiri, B. 1984. Five years studied of yield comparison and best condition of mung bean cultivation in Isfahan. Center of Research, Education and Extension of Esfahan. (In Persian with English abstract).
4. Abou Mostafa, RAI., El-Abbas, El., Rabie, EM., and Aboshady, KhA. 2012. Agronomic and economic evaluation for some patterns of intercropping faba bean with sugar beet under two sow’s dates. Journal of Agricultural Research 38: 443-457.
5. Agboola, AA., and Fayami, AA. 1972. Fixation and excretion of nitrogen by tropical legumes. Agronomy Journal 64: 409-412.

6. Ahmadvand, G., and Hajinia, S. 2016. Ecological aspects of replacement intercropping patterns of soybean (*Glycine max* L.) and millet (*Panicum miliaceum* L.). Journal of Agroecology 7(4): 485-498. (In Persian with English abstract).
7. Asadi, Gh.A., Ghorbani, R., and Azizi, E. 2014. The effect of manure rates on diversity and density of weeds in intercropping of Spinach (*Spinacia oleracea* L.) and Garlic (*Allium sativum* L.). Journal of Plant Protect 28(3): 325-337. (In Persian with English abstract).
8. Asadi, Gh.A., and Khorramdel, S. 2014. Effects of different ratio of barley and hairy vetch intercropping on yield, plant nitrogen content, weed population and diversity. Electronic Journal of Crop Production 7(1): 131-156. (In Persian with English abstract).
9. Awal, MA., Koshi, H., and Ikeda, T. 2006. Radiation interception and use by maize peanut intercrop canopy. Agricultural and Forest Meteorology 139: 74-83.
10. Banik, P., Midya, A., Sarkar, B.K., and Ghose, S.S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy 24: 325-332.
11. Berntsena, J., Hauggard-Nielsen, H., Olesen, JE., Petersena, BM., Jensenb, ES., and Thomsen, A. 2004. Modelling dry matter production and resource use in intercrops of pea and barley. Field Crops Research 88: 69-83.
12. Carruthers, K., Fe, Q., Cloutier, D., and Smith, DL. 1992. Intercropping corn with soybean, lupine and forages: weed control by intercrops combined with inter-row cultivation. European Journal of Agronomy 8: 225-238.
13. Ejtehadi, H., Sepehri, A., and Akafi, HR. 2009. Methods of Measuring Biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad Publication. (In Persian with English abstract).
14. Fernandez-Aparicio, M., Emeran, AA., and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection 27: 653-659.
15. Gholi Nejad, A., Yadavi, A., Movahhedi Dehnavi, M., and Farajee, H. 2018. The effect of additive intercropping on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L. var. Saccharata) and mungbean (*Vigna radiate* L.) and weed biomass. Journal of Agroecology 10(1): 120-134. (In Persian with English abstract).
16. Gliessman, SR. 1997. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture, Arbor Press.
17. Gronle, A., Lux, G., Böhm, H., Schmidtke, K., Wild, M., Demmel, M., and Heb, J. 2015. Effect of ploughing depth and mechanical soil loading on soil physical properties, weed infestation, yield performance and grain quality in sole and intercrops of pea and oat in organic farming. Soil Tillage Research 148: 59-73.
18. Jahad-Akbar, M.R., Tabatabaii-NimAvard, R., and Ebrahimiyan, H.R. 2004. Critical period of weed competition with sugar beet in Kabotarabad-Esfahan. Journal of Sugar Beet 20: 73-92. (In Persian with English abstract).
19. Khorramdel, S., Mahmoodi, GH., Abdollahi, F., and Hasanzadeh, HR. 2014. Evaluation of growth indices and diversity of weeds in replacement and additive intercropping series of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) with Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Research in Crop Ecosystem 1(3): 59-70. (In Persian with English abstract).
20- Koocheki, A., Asadi, Gh.A., Ghorbani, R., and Azizi, E. 2013. Investigation of Marigold interference effect on weed composition and diversity of Tomato in an intercropping system. Journal of Environment Science 11(2): 23-34. (In Persian with English abstract).
21- Koochecki, A., Mahadavi Damghani, A.A., Kamkar, B., Farsi, M., Rezvani Moghaddam, P., and Barzegar, A.B. 2006. Agricultural Biodiversity. Mashhad Jahad-Daneshgahi Press. (In Persian with English abstract).
22. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Sanjani, S. 2013. Evaluation of weed diversity and modeling light interception and distribution in multiple and sole cropping of Millet (*Setaria italica* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 11(2): 215-225. (In Persian with English abstract).
23. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Zarghani, H., and Noroozian, A. 2017. Evaluation of yield and radiation use efficiency of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relay intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 14(4): 539-557. (In Persian with English abstract).
24. Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Amin Ghafouri, A. 2012. Row intercropping of borage (*Borago officinalis* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on possible evaluating of the best strip width and assessing of its ecological characteristics. Journal of Agroecology 4(1): 1-11. (In Persian with English abstract).

25. Majnoon Hosseini, N., and Colar, G.S. 1988. Study of weed control in mix cropping of cowpea and mung bean. Iranian Journal of Agricultural Sciences 19: 9-12. (In Persian with English abstract).
26. Mazaheri, D. 1998. Intercropping. Tehran University Publications, Tehran, Iran. (In Persian with English abstract).
27. Moradi, P., Asghari, J., Mohsen Abadi, G.H., and SamieZadeh, H.A. 2015. Role of triple intercropping system in weeds control and Naked-Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) yield. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 24(4): 17-31. (In Persian with English abstract).
28. NadAli, F. 1999. Critical Period of Weed Control in Sugar beet. MSc. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
29. Nasrollahzadeh Asl, A., Chavoshgoli, A., Valizadegan, E., Valiloo, R., and Nasrollahzadeh Asl, V. 2012. Evaluation of sunflower (*Heliantus annus* L.) and pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercropping based on additive method. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 22(2): 79-90. (In Persian with English abstract).
30. Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., and Jahan, M. 2011. Light absorption and use efficiency in winter wheat cropping and relay intercropping and crop research. Iranian Journal of Field Crops Research 8(6): 878-890. (in Persian with English abstract).
31. Parajulee, M.N., Montandon, R., and Slosser, J.E. 1997. Relay intercropping to enhance abundance of insect predators of cotton aphid (*Aphis gossypii* Glover.) in Texas cotton. International Journal of Pest Management 43: 227-232.
32. Patience, M., Lagoke, S.T.O., Adigun, J.A., and Orija, O.R. 2013. Effect of intercropping with maize on weed diversity in cassava. Environmental and Experimental Biology 11: 189-193.
33. Peiris, H.M.P. 2016. Diversity and behavior of the naturally regenerated vegetation in commercial tea soils under herbicide free integrated weed management. Procedia Food Science 6: 314-317.
34. Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment 109: 48-58.
35. Raei, Y., Bolandnazar, S.A., and Dameghsi, N. 2011. Evaluation of common bean and potato densities effects on potato tuber yield in mono-cropping and intercropping systems. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 21(2): 131-142. (In Persian with English abstract).
36. Rostaei, M., Fallah, S., and Abbasi Sorki, A. 2014. Effect of fertilizer sources on growth, yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin. Electronic Journal of Crop Production 7(4): 197-222. (In Persian with English abstract).
37. Saudi, H., and El-Metwally, I. 2009. Weed management under different patterns of sunflower-soybean intercropping. Journal of Central European Agriculture 10(1): 41-51.
38. Schweizer, E.E., and Dexter, A.G. 1987. Weed control in sugar beets (*Beta vulgaris*) in North America. Journal of Reviews of Weed Science 3: 113-133.
39. Shahzad, M., Farooq, M., Jabran, K., and Hussain, M. 2016. Impact of different crop rotations and tillage systems on weed infestation and productivity of bread wheat. Crop Protection 89: 161-169.
40. Zhang, B., Huang, G., and LI, F. 2007. Effect of limited single irrigation on yield of winter wheat and spring maize relay intercropping. Pedosphere 17: 529-537.

Iranian Journal of Pulses Research
Homepage: **https://ijpr.um.ac.ir**
Vol. 13, No. 2, December 2022, p. 62-78 (Original Research Article)




Effects of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds

Koocheki[1*], Alireza; Nassiri Mahallati[2], Mahdi; Hatefi Farajian[3], Mohammad Hassan; and Hooshmand[4]; Mina

1. Professor, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; akooch@ferdowsi.um.ac.ir
2. Professor, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; mnassiri@ferdowsi.um.ac.ir
3. PhD. Student of Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; mh-hatefifarajian@mail.um.ac.ir
4. PhD. Student of Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran; hooshmand.mina2014@gmail.com

The Dates:
Received: 20 November 2021; **Revised:** 9 April 2022
Accepted: 14 July 2022; **Available Online:** 22 December 2022

How to cite this article:
Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Hatefi Farajian, M.H., and Hooshmand, M. 2022. Effects of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds Iranian. Journal of Pulses Research 13(2): 62-78. (in Persian with English abstract). DOI: 10.22067/ijpr.v13i2.2111-1016

Introduction

One way to create sustainability and maintain the health of the agricultural ecosystems is to use intercropping. There are many reports on the effect of intercropping on population decline and increasing weeds diversity. In a study at all intercropping ratios, the dry weight of weeds was lower than the monoculture of two species of Sweet Corn and Mung Bean (Gholi Nejad *et al*., 2018). It was also reported that in intercropping, weed diversity increased compared to monoculture, but biomass decreased (Patience *et al*., 2013). Abadian *et al*, (2014) also showed that cowpea in additive intercropping with basil, reduced the population and biomass of weeds compared to monoculture of basil. This study was designed and conducted with the aim of studying the effect of relay triple intercropping of Sugar Beet with Chickpea and Mung Bean on density, dry weight and biodiversity of weeds in Mashhad weather conditions.

Materials and Methods

This experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at the Research Farm of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad during the growing season of 2015-2016. Treatments were 25% Chickpea (Mung Bean)+75% Sugar Beet, 50% Chickpea (Mung Bean)+50% Sugar Beet, 75% Chickpea (Mung Bean)+25%, Sugar Beet and monoculture of Chickpea (Mung Bean) and Sugar Beet. Legumes varied depending on the growth season, at the end of winter, Chickpea was intercropped with Sugar Beet and after harvesting Chickpea, Mung Bean was replaced by chickpea as a thermophilic plant in the late spring in the same rows of chickpea planting. During the growing season, composition of weed species together with weed density and dry matter were measure at 2 time before and after closing the canopy in randomly sampled 1×1 m^2 quadrates. Using the species frequency Margalef richness index and several diversity indices including Shannon-Weiner and Simpson's index were calculated for each treatment.

[*] **Corresponding Author:** akooch@ferdowsi.um.ac.ir

Results and Discussion

The highest range of weeds relative density was obtained in the first stage of sampling for Lamb's Quarters (29.81-68.1%) and in the second stage of sampling for Prostrate Pigweed (22.45-43.96%). The highest weed density at first and second sampling was observed in monoculture of sugar beet with 178 plants per square meter and the ratios of 75% chickpeas (Mung Bean)+25% sugar beet with 84 plants per square meter. Also, the highest biomass of weeds in the first and second stages of sampling was observed in monoculture of chickpeas (Mung Bean) with 48.72 g/m^2 and the monoculture ratios of sugar beet with 40.49 g/m^2. The highest Margalef species richness index was observed in 75% Chickpea (Mung Bean)+25% Sugar Beet and 25% Chickpea (Mung Bean)+75% Sugar Beet with 2.83 and 4.29 in the first and the second stages of sampling, respectively. The highest Shannon-Wiener diversity index was observed in 75% Chickpea (Mung Bean)+25% Sugar Beet and 50% Chickpea (Mung Bean)+50 % Sugar Beet with 0.6 and 0.76 in the first and the second stages of sampling, respectively. Finally, the highest Simpson's diversity index was observed in 75% Chickpea (Mung Bean)+25% Sugar Beet and 50% Chickpea (Mung Bean)+50% Sugar Beet with 0.68 and 0.796 in the first and the second stages of sampling, respectively.

Conclusion

In relay triple intercropping ratios through more shading and space, the conditions for weed growth became more difficult and intercropping ratios reduced their growth. So that in total in two sampling dates, the highest density and biomass of weeds were observed in the monoculture ratios of sugar beet and the monoculture ratios of chickpeas (Mung Bean). In general, with the increase of plant diversity in the agricultural ecosystems, fewer ecological niches have been provided to weeds, which reduces the number and density of weed species. The best cultivation ratios to increase the diversity and species richness of weeds in the first sampling date was 75% chickpeas (Mung Bean)+25% sugar beet and in the second sampling date was 50% chickpeas (Mung Bean)+50% sugar beet. Based on this conclusion, intercropping can be mentioned as an effective tool to increase biodiversity and reduce the density and biomass of weeds.

Keywords: Cultivation ratio، Margalef species richness index، Shannon-Weiner diversity index، Simpson's diversity index